

Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 046/98

Página 1 de 13

RESUMO

Este documento apresenta o procedimento a ser adotado para moldagem, desforma, transporte, cura e preparo de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto, destinados a ensaios para determinação das propriedades intrínsecas desse material. Apresenta definição, a aparelhagem necessária, e as condições gerais e específicas inerentes à execução do método em epígrafe.

ABSTRACT

This document presents the procedure for molding, transport and curing of cylindrical or prismatic concrete specimens used for determination of the intrinsic properties of the concrete. It also presents definition, apparatus and general and specific conditions for testing.

SUMÁRIO

0 PREFÁCIO

1 OBJETIVO

2 REFERÊNCIAS

3 DEFINIÇÃO

4 CONDIÇÕES GERAIS

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

0 PREFÁCIO

Esta Norma tem por fim a substituição da DNER-ME 046/94, que adotava a ABNT NBR 5738 no DNER, pelo Processo de Referência, por outro texto correspondente, em conformidade com a DNER-PRO 101/97.

1 OBJETIVO

Prescrever o procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto, cilíndricos ou prismáticos.

2 REFERÊNCIAS

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

DNER-ME 046/98

Método de Ensaio

Página 2 de 13

- a) DNER-EM 035/95 – Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos;
- b) DNER-EM 037/97 – Agregado graúdo para concreto de cimento;
- c) DNER-EM 038/97 – Agregado miúdo para concreto de cimento;
- d) ABNT NBR 5738 – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto;
- e) ABNT NBR 5750 – Amostragem de concreto fresco;
- f) ABNT NBR 7211 – Agregado para concreto;
- g) ABNT NBR 7223 – Concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
- h) ABNT NBR 9479 – Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos-de-prova de argamassa e concreto.

3 DEFINIÇÃO

Para os efeitos desta Norma é adotada a seguinte definição:

Dimensão básica dos corpos-de-prova (d) – medida expressa em milímetros, utilizada como referência para os corpos-de-prova, sendo empregadas a dimensão do diâmetro no caso de corpos-de-prova cilíndricos e a dimensão da menor aresta para os corpos-de-prova prismáticos.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 APARELHAGEM

4.1.1 Moldes

- 4.1.1.1 Devem ser confeccionados em aço ou outro material não absorvente e quimicamente inerte com os componentes constituintes do concreto.
- 4.1.1.2 Não devem sofrer deformações durante a moldagem dos corpos-de-prova.
- 4.1.1.3 Devem ter as superfícies internas lisas e sem defeitos.
- 4.1.1.4 Os moldes cilíndricos e os prismáticos devem possuir dispositivos de fixação às respectivas placas da base.
- 4.1.1.5 Devem atender às espessuras e tolerâncias fixadas na Tabela 1 e nas Figuras 1 e 2.

Nota 1 : Moldes confeccionados em chapa metálica reforçada ou perfis estruturais podem ter espessuras diferentes das fixadas na Tabela 1, desde que sejam mantidas a rigidez necessárias ao molde e as tolerâncias especificadas nesta Norma.

MT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM

Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

DNER-ME 046/98

Método de Ensaio

Página 3 de 13

**TABELA 1 – ESPESSURA E TOLERÂNCIAS PARA MOLDES DE
CORPOS-DE-PROVA DE CONCRETO**

Espessuras mínimas das paredes			Dimensões	Tolerâncias	
				Dimensões básicas	
				100	≥ 150
Moldes Cilíndricos	Base	4,5	- Dimensões nominais (diâmetro e altura)	± 1,0	± 1,5
			- Diferença máxima entre as dimensões de dois diâmetros ortogonais, um deles passando pela geratriz cortada do molde	1,0	1,5
	Parede	3,0	- Desvio máximo da placa da base do molde em relação a um plano	0,05	0,05
			- Desvio máximo de qualquer geratriz em relação a um plano	0,03	0,3
Moldes prismáticos	Base	12,0	- Dimensões nominais (dimensão básica e altura)	-	± 1,5
	Parede	12,0			

FIGURA 1 – MOLDE CILÍNDRICO DE DIMENSÃO BÁSICA 150 mm

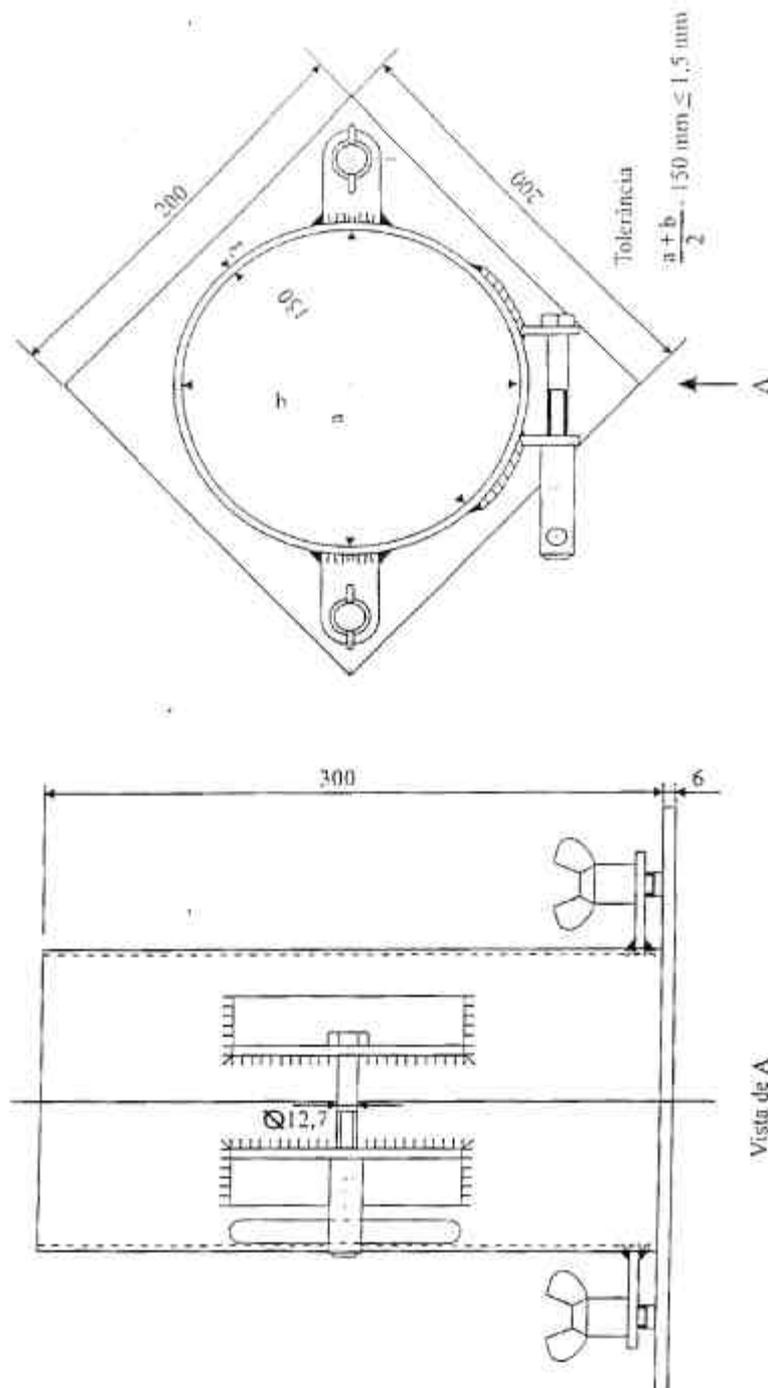
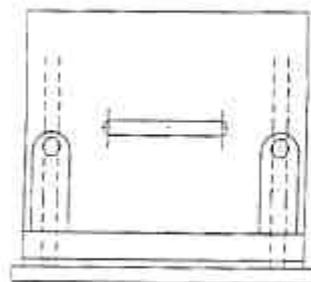
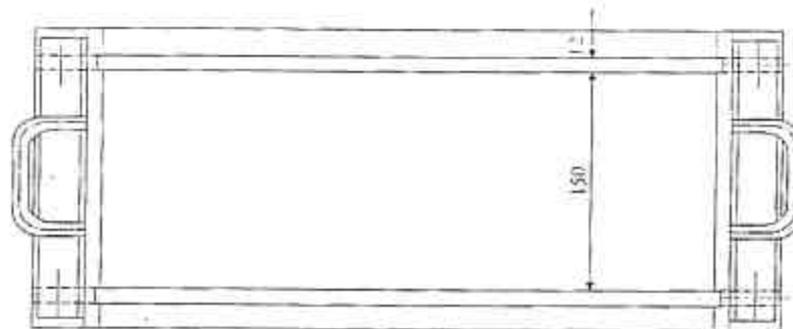
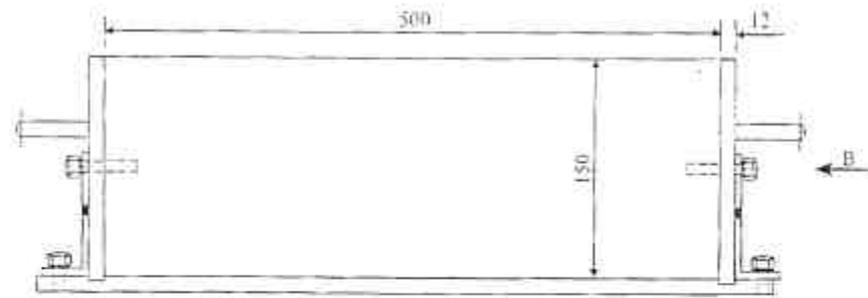


FIGURA 2 – MOLDE PRISMÁTICO DE DIMENSÃO BÁSICA 150 mm



Vista de B

Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 046/98

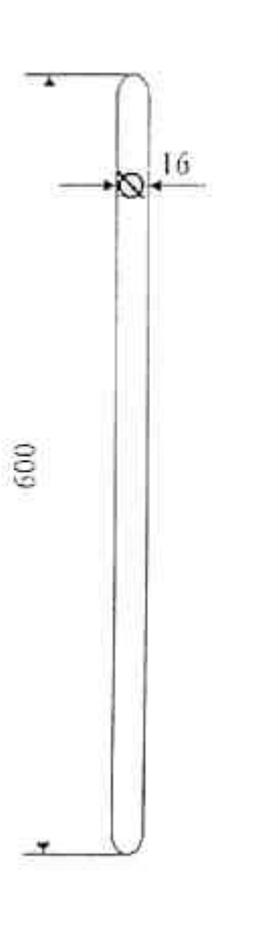
Página 6 de 13

4.1.2 Equipamento de adensamento

4.1.2.1 Haste de socamento

Barra de aço com 600 mm de comprimento e 16 mm de diâmetro, com superfície lisa, seção transversal circular e extremidade de socamento semi-esférica, de acordo com a Figura 3.

FIGURA 3 – HASTE DE SOCAMENTO



4.1.2.2 Vibrador de imersão

4.1.2.2.1 O diâmetro externo da agulha vibrante deve ser de no mínimo 25 mm e no máximo 1/4 da dimensão básica (d), para os corpos-de-prova cilíndricos e 1/3 da dimensão básica (d), para os corpos-de-prova prismáticos.

4.1.2.3 Mesa vibratória

Deve ter frequência mínima de 2400 vibrações/min.

Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 046/98

Página 7 de 13

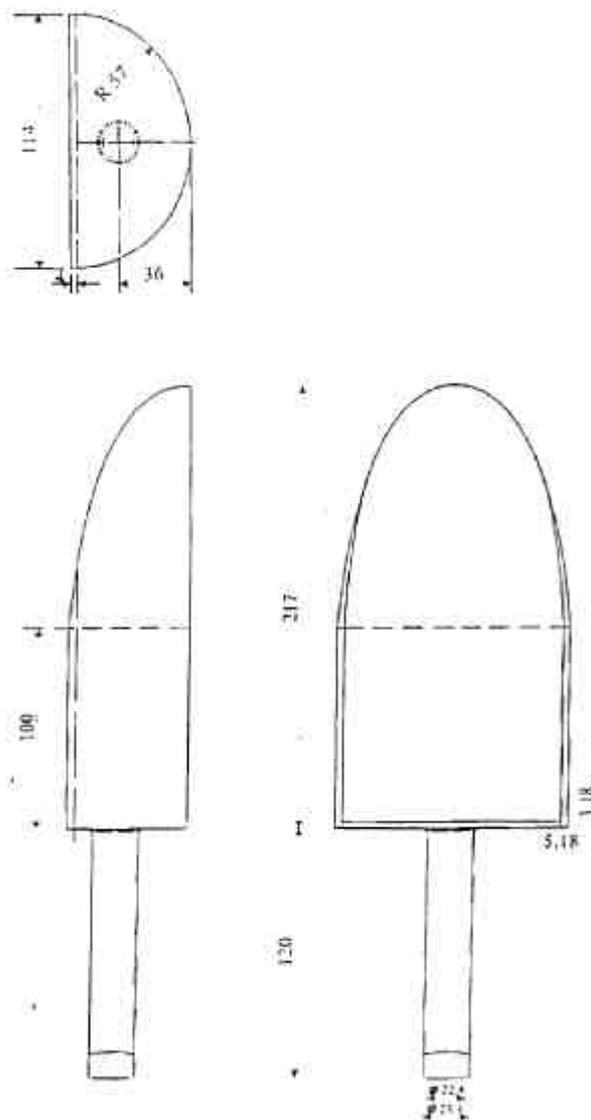
4.1.3 Concha

4.1.3.1 Deve ser confeccionada em aço ou outro material rígido e não absorvente.

4.1.3.2 Deve ser empregada a concha esquematizada na Figura 4, que apresenta dimensões baseadas no molde cilíndrico de dimensão básica (d) igual a 150 mm.

Nota 2 : O formato da concha deve permitir a segregação do concreto durante a operação de moldagem.

FIGURA 4 – CONCHA METÁLICA



Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

DNER-ME 046/98

Método de Ensaio

Página 8 de 13

4.1.4 Gola

Dispositivo de aço ou outro material rígido e não corrosível, que deve ser acoplado ao molde e tem a finalidade de evitar que o concreto transborde dele, quando empregado adensamento vibratório.

4.2 PREPARAÇÃO DOS MOLDES

Deve ser feita vedação das juntas com mistura de cera virgem e óleo mineral para evitar vazamentos; os moldes, após a montagem, devem ser untados internamente com uma fina camada de óleo mineral.

4.3 AMOSTRAGEM

4.3.1 A amostra destinada à moldagem de corpos-de-prova deve ser retirada de acordo com a NBR 5750 e com o processo de produção de concreto utilizado.

4.3.2 Devem ser anotados:

- a) data;
- b) hora de adição da água de amassamento;
- c) local de aplicação do concreto.

4.4 LOCAL DA MOLDAGEM

4.4.1 Os moldes devem ser colocados sobre uma base nivelada, livre de choques e vibrações.

4.4.2 Os corpos-de-prova devem ser moldados em local próximo àquele em que serão armazenados nas primeiras 24 h.

4.5 MOLDAGEM DOS CORPOS-DE-PROVA

4.5.1 O concreto deve ser colocado no molde, com o emprego de concha, em camadas de alturas aproximadamente iguais, conforme a Tabela 2.

Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

DNER-ME 046/98

Método de Ensaio

Página 9 de 13

TABELA 2 – NÚMERO DE CAMADAS E GOLPES DE SOCAMENTO

Tipo de molde	Tipo de adensamento	Dimensão básica d (mm)	Número de camadas	Número de golpes por camada
Cilíndrico	Manual	100	2	15
		150	4	30
		250	5	75
	Vibratório (penetração da agulha até 200 mm)	100	1	–
		150	2	
		250	3	
Prismático	Manual	150	2	17 golpes a cada 10000 mm ² de área
		250	3	
		450	3	
	Vibratório	150	1	–
		250	2	
		450	3	

Nota 3 : A altura das camadas não deve exceder 100mm, quando o adensamento for manual, e 200 mm, quando o adensamento for vibratório.

Nota 4 : Os corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos, de dimensões básicas diferentes das discriminadas na Tabela 2, devem ser moldados, aplicando-se 17 golpes para cada 10000 mm² de área.

4.5.2 Antes do adensamento de cada camada, o concreto deve ser uniformemente distribuído dentro da forma, devendo a última camada sobrepassar ligeiramente o topo do molde, para facilitar o respaldo.

4.5.3 A moldagem dos corpos-de-prova não deve sofrer interrupções.

4.6 PROCESSO DE ADENSAMENTO

Deve ser compatível com a consistência do concreto, medida pelo abatimento do tronco de cone, conforme a NBR 7223 e de acordo com a Tabela 3. Após o adensamento do concreto, qualquer seja o processo adotado, a superfície do topo dos corpos-de-prova deve ser alisada com colher de pedreiro.

TABELA 3 – PROCESSO DE ADENSAMENTO

Abatimento a (mm)	Processo de adensamento
a < 20	Vibratório
20 ≤ a < 60	Manual ou vibratório
60 ≤ a < 180	Manual
a > 180	Manual

Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

DNER-ME 046/98

Método de Ensaio

Página 10 de 13

4.7 CURA INICIAL AO AR

Após a moldagem, os corpos-de-prova devem ser imediatamente cobertos com material não reativo e não absorvente, com a finalidade de evitar a perda de água do concreto e protegê-lo da ação das intempéries.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 DIMENSÕES DOS CORPOS-DE-PROVA

5.1.1 Cilíndricos

5.1.1.1 A dimensão básica escolhida deve ser: 100 mm, 150 mm, 250 mm ou 450 mm, de forma que obedeça à seguinte relação:

$$d \geq 3D$$

Em que:

d = dimensão básica

D = dimensão máxima característica do agregado, determinada conforme a NBR 7211 – Agregado para concreto.

5.1.1.2 Os corpos-de-prova cilíndricos devem ter diâmetro igual a d e altura igual a 2d.

5.1.2 Prismáticos

Devem ter seção quadrada de aresta igual à dimensão básica de comprimento igual ou superior a $3d + 50$ mm, de forma que obedeçam à relação de 5.1.1.1.

Nota 5: Os corpos-de-prova de dimensão básica igual a 150 mm podem ser usados, mesmo quando a dimensão máxima característica do agregado for superior a 38 mm, desde que a amostra de concreto fresco seja passada previamente pela peneira com abertura de malha de 38 mm, de acordo com a DNER-EM 035/95. Nesse caso, devem ser correlacionados os resultados dos ensaios de corpos-de-prova moldados com concreto peneirado e aqueles obtidos em ensaios de corpos-de-prova moldados com concreto integral. As dimensões dos corpos-de-prova de concreto integral devem obedecer às condições de 5.1.1 e 5.1.2.

5.2 MOLDAGEM DOS CORPOS-DE-PROVA

5.2.1 Adensamento Manual

5.2.1.1 No adensamento de cada camada devem ser aplicados golpes de socamento, uniformemente distribuídos em toda a seção transversal do molde, conforme Tabela 2. No adensamento de cada camada, a haste e socamento não deve penetrar na camada já adensada.

Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

DNER-ME 046/98

Método de Ensaio

Página 11 de 13

5.2.1.2 Se a haste de socamento criar vazios na massa do concreto, deve-se bater levemente na face externa do molde até o fechamento deste.

5.2.1.3 Quando o abatimento do tronco de cone for superior a 180 mm, a moldagem deve ser feita com a metade das camadas indicadas na Tabela 2.

5.2.2 Adensamento Vibratório

5.2.2.1 Colocar todo o concreto de cada camada antes de iniciar a vibração.

5.2.2.2 A vibração deve ser aplicada, em cada camada, apenas o tempo necessário para permitir o adensamento conveniente do concreto no molde. Esse tempo é considerado suficiente, no instante em que o concreto apresente superfície relativamente plana e brilhante.

5.2.2.3 Quando empregado vibrador de imersão, deixar a ponta deste penetrar aproximadamente 25 mm na camada imediatamente inferior.

5.2.2.4 Durante o adensamento, o vibrador de imersão não deve encostar nas laterais e no fundo do molde, devendo ser retirado lenta e cuidadosamente do concreto. Após a vibração de cada camada, bater nas laterais do molde, de modo a eliminar as bolhas de ar e eventuais vazios criados pelo vibrador.

5.2.2.5 No caso de corpo-de-prova cilíndrico, de dimensão básica igual a 100 mm ou 150 mm, o vibrador de imersão deve ser inserido ao longo do eixo do molde.

5.2.2.6 No caso de corpo-de-prova prismático de dimensão básica igual a 150 mm, o vibrador de imersão deve ser inserido perpendicularmente à superfície do concreto, em três pontos eqüidistantes ao longo do eixo maior do molde. A vibração deve ser procedida inicialmente no ponto central e posteriormente em cada um dos pontos extremos, que devem distar um quarto do comprimento do molde em relação às extremidades deste.

5.3 DESFORMA

Os corpos-de-prova devem permanecer nas formas, nas condições de cura inicial conforme 4.7, durante o tempo a seguir definido, desde que as condições de endurecimento do concreto permitam a desforma sem causar danos ao corpo-de-prova:

- a) 24 h, para corpo-de-prova cilíndrico;
- b) 48 h, para corpo-de-prova prismático.

5.4 TRANSPORTE

Após a desforma, os corpos-de-prova destinados a um laboratório devem ser transportados em caixas rígidas, contendo serragem ou areia molhadas.

Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

DNER-ME 046/98

Método de Ensaio

Página 12 de 13

5.5 CURA FINAL

Até o início do ensaio, os corpos-de-prova devem ser conservados imersos em água saturada de cal ou permanecer em câmara úmida que apresente, no mínimo, 95% de umidade relativa do ar, atingindo toda a sua superfície livre, ou ficar enterrados em areia completamente saturada de água. Em qualquer dos casos, a temperatura deve ser de $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ até o instante do ensaio, conforme a NBR 9479.

5.6 PREPARAÇÃO DOS TOPOS DOS CORPOS-DE-PROVA

Os corpos-de-prova que não satisfaçam às condições de tolerância devem ser submetidos ao preparo dos topos, conforme 5.6.1 e 5.6.2.

5.6.1 Remate com pasta de cimento (procedimento opcional para corpos-de-prova cilíndricos)

5.6.1.1 Decorridas 6 h a 15 h do momento da moldagem, passar uma escova de aço sobre o topo do corpo-de-prova e rematá-lo com uma fina camada de pasta de cimento consistente, com espessura menor ou igual a 3 mm. A pasta deve ser preparada de 2 h a 4 h antes de seu emprego.

5.6.1.2 O acabamento dos topos dos corpos-de-prova deve ser feito com o auxílio de uma placa de vidro plana, com no mínimo 12 mm de espessura e dimensões que ultrapassem em pelo menos 25 mm a dimensão transversal do molde.

5.6.1.3 A pasta de cimento colocada sobre o topo do corpo-de-prova deve ser trabalhada com a placa até que face inferior desta fique em contato firme com a borda superior do molde em todos os pontos. A aderência da pasta à placa deve ser evitada, lubrificando-se esta última com uma fina película de óleo mineral.

5.6.1.4 A placa deve permanecer sobre o topo do corpo-de-prova até a desforma.

5.6.2 Retificação ou capeamento

Os corpos-de-prova que não tenham sido rematados conforme 5.6.1 devem ser capeados ou retificados.

5.6.2.1 Retificação

5.6.2.1.1 Consiste na remoção, por meios mecânicos, de uma fina camada de material do topo a ser preparado. Esta operação é normalmente executada em máquinas especialmente adaptadas para essa finalidade, com a utilização de ferramentas abrasivas. A retificação deve ser feita de tal forma que se garanta a integridade estrutural das camadas adjacentes à camada removida, e proporcione uma superfície lisa e livre de ondulações e abaulamentos.

5.6.2.1.2 As falhas de planicidade, em qualquer ponto da superfície obtida, não devem ser superiores a 0,05 mm.

Concreto – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos

Norma Rodoviária

DNER-ME 046/98

Método de Ensaio

Página 13 de 13

5.6.2.2 Capeamento

5.6.2.2.1 Consiste no revestimento dos topos dos corpos-de-prova com uma fina camada de material apropriado, com as seguintes características:

- a) aderência ao corpo-de-prova;
- b) compatibilidade química com o concreto;
- c) fluidez, no momento de sua aplicação;
- d) acabamento liso e plano após endurecimento;
- e) resistência à compressão compatível com os valores normalmente obtidos em concreto.

Nota 6 : Em caso de dúvida, a adequabilidade do material de capeamento utilizado deve ser testada por uma comparação estatística, com resultados obtidos de corpos-de-prova cujos topos foram preparados por retificação.

5.6.2.2.2 Deve ser utilizado um dispositivo auxiliar, denominado capeador, que garanta a perpendicularidade da superfície obtida com a geratriz do corpo-de-prova.

5.6.2.2.3 A superfície resultante deve ser lisa, isenta de riscos ou vazios e não ter falhas de planicidade superiores a 0,05 mm em qualquer ponto.

5.6.2.2.4 A espessura da camada de capeamento não deve exceder 3 mm em cada topo.

5.6.2.2.5 Outros processos podem ser adotados, desde que estes sejam submetidos à avaliação prévia por comparação estatística, com resultados obtidos de corpos-de-prova capeados por processo tradicional, e os resultados obtidos apresentem-se compatíveis.